

PCT/IB2005/003774

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

(28.12.05)

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年12月15日

出願番号
Application Number: 特願2004-362451

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

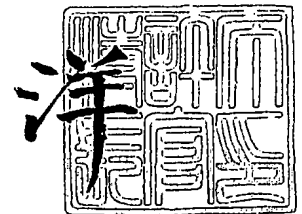
JP2004-362451

出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

2005年 9月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3075354

【書類名】 特許願
【整理番号】 NM04-01133
【提出日】 平成16年12月15日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02P 5/41
H02P 6/06

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
【氏名】 大塚 英明

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社内
【氏名】 杉田 秀彦

【特許出願人】
【識別番号】 000003997
【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100066980
【弁理士】
【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】
【識別番号】 100075579
【弁理士】
【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】
【識別番号】 100103850
【弁理士】
【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【選任した代理人】
【識別番号】 100116012
【弁理士】
【氏名又は名称】 宮坂 徹
【電話番号】 03-5825-3311
【連絡先】 担当

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 001638
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0409314

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

内燃機関で駆動される発電機と、当該発電機の電力が電力変換手段を介して供給されて駆動輪を駆動する交流モータを備え、前記電力変換手段は、前記供給された電力から矩形波電圧を生成して前記交流モータに印加する矩形波電圧駆動手段と、前記供給された電力から P W M 波電圧を生成して前記交流モータに印加する P W M 波電圧駆動手段と、前記矩形波駆動手段による矩形波電圧駆動と前記 P W M 波駆動手段による P W M 波電圧駆動とを切り換える切換制御手段とを備えるモータ制御装置であって、

前記切換制御手段は、前記交流モータの回転数とトルク指令値とに基づいて、矩形波電圧駆動と P W M 波電圧駆動との切り換えを判断する切換判断手段と、前記切換判断手段で P W M 波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、前記交流モータの電圧を低下させる電圧低下手段と、前記切換判断手段で P W M 波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断され、且つ前記交流モータの電圧が所定の電圧閾値以下であると判断されたとき、P W M 波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える矩形波切換手段とを備えることを特徴とするモータ制御装置。

【請求項 2】

前記切換制御手段は、前記切換判断手段で P W M 波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、P W M 波電圧駆動のデューティ比を徐々に大きくするデューティ比変更手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記切換制御手段は、前記交流モータの回転数が所定の回転数閾値を超えていると判断されたとき、強制的に矩形波電圧駆動へ切り換える強制切換手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】モータ制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流モータで駆動する車両において、交流モータを制御するモータ制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来のモータ制御装置としては、バッテリーの直流電力を交流電力に変換してモータへ供給する際に、トルク指令値とモータの回転速度とに応じて、矩形波電圧をモータに印加して駆動制御する矩形波電圧駆動とパルス幅変調(PWM)波電圧をモータに印加して駆動制御するPWM波電圧駆動とを切り換えるというものが知られている(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2004-72954号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、矩形波電圧駆動はPWM電圧駆動と比較してデューティ比が高いため、同じトルクを発生させるために必要な電圧はPWM電圧駆動より低くなる。そのため、上記従来のモータ制御装置にあつては、PWM電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換わるとき、一時的に電流が急増し、これによりトルクが急増してショックが発生するという未解決の課題がある。

そこで、本発明は、上記従来例の未解決の課題に着目してなされたものであり、PWM電圧駆動から矩形波電圧駆動への切り換え時に、トルク増加によるショックを低減することができるモータ制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0004】

上記目的を達成するために、本発明に係るモータ制御装置は、前記交流モータの回転数とトルク指令値とに基づいて、切換判断手段でPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換えを判断し、前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、電圧低下手段で交流モータの電圧を低下させ、前記切換判断手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断され、且つ前記交流モータの電圧が所定の電圧閾値以下であると判断されたとき、矩形波切換手段でPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える。

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える際には、モータの電圧を低下してから切り換えるので、切り換え時に電流が急増することに起因するトルク増加によるショックを低減することができるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明を四輪駆動車両に適用した場合の概略構成図である。

この図1に示すように、本実施形態の車両は、左右前輪1L、1Rが、内燃機関であるエンジン2によって駆動される主駆動輪であり、左右後輪3L、3Rが、モータ4によって駆動可能な従駆動輪である。

【0007】

前記エンジン2の吸気管路には、例えばメインスロットルバルブとサブスロットルバルブとが介装されている。メインスロットルバルブは、アクセルペダルの踏み込み量等に応じてスロットル開度が調整制御される。サブスロットルバルブは、ステップモータ等をアク

チュエータとし、そのステップ数に応じた回転角により開度が調整制御される。従って、サブスロットルバルブのスロットル開度をメインスロットルバルブの開度以下等に調整することによって、運転者のアクセルペダルの操作とは独立して、エンジンの出力トルクを減少させることができる。つまり、サブスロットルバルブの開度調整が、エンジン2による前輪1L、1Rの加速スリップを抑制する駆動力制御となる。

【0008】

上記エンジン2の出力トルク T_e は、トランスミッション及びディファレンスギア5を通じて左右前輪1L、1Rに伝達される。また、エンジン2の出力トルク T_e の一部は、無端ベルト6を介して電源機器である発電機7に伝達されることで、発電機7は、エンジン2の回転数 N_e にプーリ比を乗じた回転数 N_h で回転する。

上記発電機は、出力電圧を調整するための電圧調整器（レギュレータ）を備え、4WDコントローラ8によって調整される界磁電流 I_{fh} に応じてエンジン2に対し負荷となり、その負荷トルクに応じた電圧を発電する。なお、発電機7の回転数 N_h は、エンジン2の回転数 N_e からプーリ比に基づき演算することができる。

【0009】

発電機7が発電した電力は、ジャンクションボックス10及びインバータ9を介してモータ4に供給可能となっている。前記モータ4の駆動軸は、減速機11及びクラッチ12を介して後輪3L、3Rに接続可能となっている。なお、本実施形態のモータ4は交流モータである。また、図中の符号13はデファレンスギヤを示す。

ジャンクションボックス10内には、インバータ9と発電機7とを接続・遮断するリレーが設けられている。そして、このリレーが接続されている状態で、発電機7から供給された交流の電力は、図示しない整流器により直流に整流され、インバータ9内で三相電流に変換されてモータ4を駆動する。

【0010】

このモータ4の駆動状態を制御するために、ジャンクションボックス10内には、電流センサが設けられ、該電流センサは、発電機7からモータ4に供給される電機子電流信号を検出し、これを4WDコントローラ8に出力する。また、モータ4の電圧が4WDコントローラ8で検出される。モータ4の出力軸にはレゾルバが連結されており、モータ4の磁極位置信号 θ を出力する。

【0011】

また、前記クラッチ12は、例えば湿式多板クラッチであって、4WDコントローラ8からの指令に応じて締結及び開放を行う。なお、本実施形態においては、締結手段としてのクラッチを湿式多板クラッチとしたが、例えばパウダークラッチやポンプ式クラッチであってもよい。

また、各車輪1L、1R、3L、3Rには、車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRが設けられている。各車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRは、対応する車輪1L、1R、3L、3Rの回転速度に応じたパルス信号を車輪速検出値として4WDコントローラ8に出力する。

【0012】

前記4WDコントローラ8は、例えばマイクロコンピュータ等の演算処理装置を備えて構成され、前記各車輪速度センサ27FL～27RRで検出される車輪速度信号、ジャンクションボックス10内の電流センサの出力信号、モータ4に連結されたレゾルバの出力信号及びアクセルペダル（不図示）の踏み込み量に相当するアクセル開度等が入力される。

そして、この4WDコントローラ8は、前記発電機7の発電制御、ジャンクションボックス10内のリレー制御、インバータ9によるモータ4の制御、減速機11とディファレンスギヤ13間のクラッチ12の締結制御を行う。

【0013】

図2は、インバータ9によるモータ4の制御を行うモータ制御回路のブロック図である。

モータ制御回路は、電流指令演算部101と、電圧指令演算部102と、制御切換部1

03と、 $dq/3$ 相変換部104と、PWM波制御部105と、矩形波制御部106と、モータ速度検出部107と、モータ界磁電流制御部108とで構成され、トルク指令値 τ_r が入力されてモータ4のトルク T 及び回転数 N_m を制御する。また、このモータ制御回路は、必要なモータ供給電圧の指令値即ち発電機7への電圧指令値 V^* を出力するようになっており、この電圧指令値 V^* に基づいて発電機7の発電電力が制御される。

【0014】

電流指令演算部101では、トルク指令値 τ_r に基づいて、このトルク指令値 τ_r に一致するトルクを出力するための d 軸（磁束成分）電流と q 軸（トルク成分）電流との指令値 I_{dr} 、 I_{qr} を演算し、電圧指令演算部102に出力する。

電圧指令値算部102では、 d 軸電流値 I_d を d 軸電流指令値 I_{dr} にするための d 軸電圧指令値 V_{dr} と、 q 軸電流値 I_q を q 軸電流指令値 I_{qr} にするための q 軸電圧指令値 V_{qr} とを演算する。

【0015】

制御切換部103では、トルク指令値 τ_r 、モータ回転数 N_m 及びモータ電圧 V に基づいて後述する制御切換処理を行い、矩形波電圧をモータ4に印加する矩形波電圧駆動とPWM波電圧をモータ4に印加するPWM波電圧駆動との切り換えを行う。ここで、モータ回転数 N_m は、モータ速度検出部107でモータ4に連結されたレゾルバの出力信号に基づいて検出される。

【0016】

そして、この制御切換部103でPWM波電圧駆動に切り換えられた場合、 $dq/3$ 相変換部104で、モータ4の磁極位置信号 θ に基づいて、 dq 軸電圧指令値 V_{dr} 、 V_{qr} を3相座標系の U 相電圧指令値 V_{ur} 、 V 相電圧指令値 V_{vr} 、 W 相電圧指令値 V_{wr} に変換し、PWM波制御部105に出力する。PWM波制御部105では、 $dq/3$ 相変換部104で算出した3相電圧指令値 V_{ur} 、 V_{vr} 、 V_{wr} に基づいて、インバータ9に出力するスイッチング信号を生成する。インバータ9は、このスイッチング信号に応じた電圧を生成してモータ4へ印加することにより、PWM波電圧駆動が行われる。

【0017】

一方、制御切換部103で矩形波電圧駆動に切り換えられた場合、矩形波制御部106で、 dq 軸電流指令値 I_{dr} 、 I_{qr} から公知の方法により算出される電圧位相 γ と、モータ4の磁極位置信号 θ とに基づいて、インバータ9に出力するスイッチング信号を生成する。そして、インバータ9は、このスイッチング信号に応じた電圧を生成してモータ4へ印加することにより、矩形波電圧駆動が行われる。

また、モータ界磁電流制御部108では、トルク指令値 τ_r に基づいて、モータ4の界磁電流を制御する。

【0018】

この図2において、制御切換部103で切換制御手段を構成し、 $dq/3$ 相変換部104及びPWM波制御部105でPWM波電圧駆動手段を構成し、矩形波制御部106で矩形波電圧駆動手段を構成している。また、図2のモータ制御回路とインバータ9とで電力変換手段を構成している。

なお、上記モータ4の制御を4WDコントローラ8とは別のコントローラで行うようにしてもよい。

【0019】

図3は、制御切換部103で実行する制御切換処理を示すフローチャートである。この制御切換処理は所定時間毎のタイマ割込み処理により実行され、先ずステップS1で、図4に示すPWM/矩形波制御マップを参照し、モータ4の回転数 N_m とトルク指令値 τ_r とに基づいてPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換え判断を行う。このPWM/矩形波制御マップにおいて、領域AはPWM波電圧駆動を行う領域であり、領域Bは矩形波電圧駆動を行う領域である。

【0020】

一般に、矩形波電圧による制御は、PWM波電圧による制御に比べて電圧利用率の点で

優れており、高出力が得られるが、トルク指令値 τ_r やモータ回転数 N_m が急変する過渡変化時には、PWM波電圧による制御に比べて応答が悪い。そのため、トルク指令値 τ_r とモータ回転数 N_m が小さい領域Aでは、モータ出力は最高出力よりも低い状態で運転されるので、高出力を得るための矩形波電圧駆動よりも応答性がよいPWM波電圧駆動の方が適している。逆に、トルク指令値 τ_r とモータ回転数 N_m が大きい領域Bでは、モータ出力は最高出力に近い状態で運転されるので、応答性がよいPWM波電圧駆動よりも高出力を得るための矩形波電圧駆動の方が適している。

【0021】

また、モータ回転数 N_m が所定の回転数閾値 N_1 を上回っている状態では、矩形波電圧駆動を行うものと判断する。ここで、回転数閾値 N_1 は、PWM波電圧駆動の限界値として設定する。

そして、トルク指令値 τ_r とモータ回転数 N_m とがPWM波電圧駆動を行う領域A内にあるか否かを判定し、領域A内にある場合はステップS2に移行し、領域B内にある場合は後述するステップS6に移行する。

【0022】

ステップS2では、発電機7の電圧指令値 V^* を指令値 V_2 から指令値 V_1 ($> V_2$) に変更する。ここで、指令値 V_1 はPWM波電圧駆動でトルクを発生するために必要な電圧値であり、指令値 V_2 は矩形波電圧駆動でトルクを発生するために必要な電圧値である。矩形波電圧駆動はデューティ比が高く、同じトルクを発生させるために必要な電圧はPWM波電圧駆動よりも低いため、 $V_1 > V_2$ となる。

【0023】

次にステップS3では、モータ電圧 V が所定の電圧閾値 V_{ref} 以下であるか否かを判定し、 $V > V_{ref}$ であるときにはステップS4に移行する。ここで、電圧閾値 V_{ref} は、矩形波電圧駆動での指令値 V_2 に所定値 α (例えば、5V程度) を加算した値とする。ステップS4では、PWM波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

一方、前記ステップS3の判定結果が $V \leq V_{ref}$ であるときには、ステップS5に移行して、矩形波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

【0024】

また、ステップS6では、発電機7への電圧指令値をPWM波電圧駆動での指令値 V_1 から矩形波電圧駆動での指令値 V_2 に変更し、ステップS7に移行する。

ステップS7では、モータ電圧 V が所定の電圧閾値 V_{ref} 以下であるか否かを判定し、 $V \leq V_{ref}$ であるときにはステップS8に移行し、矩形波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

【0025】

また、前記ステップS7の判定結果が $V > V_{ref}$ であるときには、ステップS9に移行して、モータの回転数 N_m が回転数閾値 N_1 を上回っているか否かを判定する。ステップS9の判定結果が $N_m > N_1$ であるときには前記ステップS8に移行し、 $N_m \leq N_1$ であるときにはステップS10に移行する。

ステップS10では、PWM波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

この図3の処理において、ステップS1の処理が切換判断手段に対応し、ステップS6の処理が電圧低下手段に対応し、ステップS7及びS8の処理が矩形波切換手段に対応し、ステップS9の処理が強制切換手段に対応している。

【0026】

次に、上記第1の実施形態の動作を、図5に示すタイムチャートをもとに説明する。

この図5において、(a)は発電機7の電圧指令値 V^* 、(b)は発電機7の出力電圧 V_h 、(c)はインバータ9の出力電圧(モータ電圧 V)、(d)はトルク T_1 及びモータ電流 I_1 を示している。

今、トルク指令値 τ_r 及びモータ回転数 N_m が低い状態であり、図4に示すPWM/矩形波制御マップにおける領域Aの範囲内にあるものとする。この場合には、モータ4にPWM波電圧を印加して駆動するPWM波電圧駆動によって、応答性の良い制御が行われる

。このとき、電圧指令値 $V^* = V1$ である。

【0027】

この状態から、トルク指令値 τ_r が増加するなどにより、時刻 $t1$ で図4に示すPWM／矩形波制御マップにおける領域Bの範囲内に移行したものとする。この場合には、図3の制御切換処理において、ステップS1からステップS6に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げる。このとき、モータ電圧 V は電圧閾値 V_{ref} を上回っているため、ステップS7の判定によりステップS9に移行する。モータ回転数 N_m が回転数閾値 $N1$ 以下であるとすると、ステップS9からステップS10に移行して、PWM波電圧駆動を継続する。

【0028】

ところで、発電機の界磁電流は、発電機の巻線インダクタンスにより、時定数を持って緩やかに低下する特性をもっているため、図5(a)に示すように時刻 $t1$ で電圧指令値 V^* を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げても、発電機の電圧 V_h は、電圧指令値 V^* に追従して急激に減少することではなく、図5(b)に示すように緩やかに減少していく。つまり、発電機でモータを駆動する4WD車両では、モータ電圧 V も緩やかに減少することになる。また、このときモータ電圧 V の減少に伴って、図5(d)に示すようにトルク $T1$ 及びモータ電流 $I1$ も減少する。

その後、時刻 $t2$ でモータ電圧 V が電圧閾値 V_{ref} 以下となると、ステップS7の判定によりステップS8に移行して、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換わる。

【0029】

図6は、電圧指令値 V^* を指令値 $V1$ から指令値 $V2$ へ下げると同時にPWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換えた場合の各信号の状態を示している。

この図からも明らかなように、時刻 $t0$ で電圧指令値 V^* の低下と矩形波電圧駆動への切り換えとを同時に行うと、この時点ではモータ電圧 V は高いままとなっており、矩形波電圧駆動に切り換わることでデューティ比が急に高くなるため、モータ電圧 V が大きく跳ね上がる。その結果、モータ電流 $I1$ も跳ね上がり、モータ電流 $I1$ に比例するトルク $T1$ が急増してショックが発生するという問題がある。

【0030】

これに対して本実施形態では、モータ電圧 V が電圧閾値 V_{ref} 以下となった時点で矩形波電圧駆動へ切り換えるので、図5(c)に示すようにモータ電圧 V の跳ね上がりを低減し、トルク増加によるショックを低減することができる。

一方、時刻 $t1$ で電圧指令値 V^* を低下させた後、モータ電圧 V が電圧閾値 V_{ref} を上回っている状態で、モータ回転数 N_m が回転数閾値 $N1$ を上回ったものとする。この場合には、ステップS9の判定によりステップS8に移行して、強制的に矩形波電圧駆動に切り換わる。

【0031】

このように、上記第1の実施形態では、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、モータへの供給電圧を低下し、電圧値が所定値以下となったときに矩形波電圧駆動へ切り換えるので、切り換え時における電流の増加を低減することができる。また、モータ回転数が所定値を上回ったと判断したときには、強制的に矩形波電圧駆動へ切り換えるので、モータ回転数が高いことによるPWM波電圧駆動の誤動作を防止することができる。

【0032】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

この第2の実施形態は、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、デューティ比を矩形波電圧駆動のデューティ比まで段階的に大きくしてから矩形波電圧駆動に切り換えるようにしたものである。

すなわち、第2の実施形態における制御切換部103で実行される制御切換処理を図7に示すように、先ずステップS21で図4に示すPWM／矩形波制御マップを参照し、モ

ータ4の回転数 N_m とトルク指令値 τ_r とに基づいてPWM波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換え判断を行う。

【0033】

そして、トルク指令値 τ_r とモータ回転数 N_m とがPWM波電圧駆動を行う領域A内にあるか否かを判定し、領域A内にある場合にはステップS22に移行し、領域B内にある場合は後述するステップS29に移行する。

ステップS22では、モータ電圧 V が第2指令値 V'' より小さいか否かを判定し、 $V < V''$ であるときにはステップS23に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を、指令値 V_2 からデューティ比を1段階下げたときの第2指令値 V'' ($> V_2$)に変更してからステップS24に移行し、PWM波電圧駆動に切り換えてタイマ割込み処理を終了する。

【0034】

なお、本実施形態では、矩形波電圧駆動からPWM波電圧駆動へ切り換えるとき、矩形波電圧駆動のデューティ比からPWM波電圧駆動のデューティ比まで一気に下げるのではなく、3段階で徐々に下げるようにする。

また、前記ステップS22の判定結果が $V \geq V''$ であるときには、ステップS25に移行し、モータ電圧 V が第1指令値 V' より小さいか否かを判定する。 $V'' \leq V < V'$ であるときには、ステップS26に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を、第2指令値 V'' からデューティ比を1段階下げたときの第1指令値 V' ($> V''$)に変更してから前記ステップS24に移行する。

【0035】

また、前記ステップS25の判定結果が“N o”であるときには、ステップS27に移行して、モータ電圧 V が第1指令値 V' 以上であるか否かを判定する。そして、 $V \geq V'$ であるときにはステップS28に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を、第1指令値 V' からデューティ比を1段階下げたときの指令値 V_1 ($> V'$)に変更する。また、前記ステップS27の判定結果が $V < V'$ であるときには、そのまま前記ステップS24に移行する。

【0036】

ステップS29では、モータの回転数 N_m が回転数閾値 N ($= N_1$)を上回っているか否かを判定し、 $N_m > N$ であるときにはステップS30に移行して、矩形波電圧駆動に切り換えてからタイマ割込み処理を終了する。

一方、前記ステップS29の判定結果が $N_m \leq N$ であるときには、ステップS31に移行して、モータ電圧 V が第1指令値 V' より大きいかな否かを判定し、 $V > V'$ であるときにはステップS32に移行して発電機7の電圧指令値 V^* を、指令値 V_1 からデューティ比を1段階上げたときの第1指令値 V' に変更してからステップS33に移行する。ステップS33では、PWM波電圧駆動を維持してからタイマ割込み処理を終了する。

【0037】

なお、本実施形態では、PWM波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えるとき、PWM波電圧駆動のデューティ比から矩形波電圧駆動のデューティ比まで3段階で徐々に上げ、矩形波電圧駆動のデューティ比となった時点で矩形波電圧駆動へ切り換えるようにする。

前記ステップS31の判定結果が $V \leq V'$ であるときには、ステップS34に移行して、モータ電圧 V が第2指令値 V'' より大きいかな否かを判定する。 $V'' < V \leq V'$ であるときにはステップS35に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を、第1指令値 V' からデューティ比を1段階上げたときの第2指令値 V'' に変更してから前記ステップS33に移行する。

【0038】

また、前記ステップS34の判定結果が“N o”であるときには、ステップS36に移行して、モータ電圧 V が第2指令値 V'' 以下であるか否かを判定する。そして、 $V \leq V''$ であるときにはステップS37に移行して、発電機7の電圧指令値 V^* を、第2指令値 V'' からデューティ比を1段階上げたときの指令値 V_2 に変更し、前記ステップS33に

移行する。一方、 $V > V''$ であるときには、そのまま前記ステップ S 30 に移行する。

この図 7 の処理において、ステップ S 29 の処理が強制切換手段に対応し、ステップ S 31 ~ S 37 の処理がデューティ比変更手段に対応している。

【0039】

次に、第 2 の実施形態の動作を、図 8 に示すタイムチャートをもとに説明する。

この図 8 において、(a) は発電機 7 の電圧指令値 V^* 、(b) は発電機 7 の出力電圧 V_h 、(c) はインバータ 9 の出力電圧 (モータ電圧 V)、(d) はトルク T_1 及びモータ電流 I_1 を示している。

今、トルク指令値 τ_r 及びモータ回転数 N_m が低い状態であり、図 4 に示す PWM/矩形波制御マップにおける領域 A の範囲内にあるものとする。この場合には、モータ 4 に PWM 波電圧を印加して駆動する PWM 波電圧駆動によって、応答性の良い制御が行われる。このとき、電圧指令値 $V^* = V_1$ である。

【0040】

この状態から、トルク指令値 τ_r が増加するなどにより、時刻 t_1 で図 4 に示す PWM/矩形波制御マップにおける領域 B の範囲内に移行したものとする。モータ回転数 N_m が回転数閾値 N_1 以下であるとする、図 7 の制御切換処理において、ステップ S 29 からステップ S 31 を経てステップ S 32 に移行して、発電機 7 の電圧指令値 V^* を、指令値 V_1 からデューティ比を 1 段階上げたときの第 1 指令値 V' へ下げ、PWM 波電圧駆動を継続する。このとき、デューティ比が 1 段階上がるのでモータ電圧 V は跳ね上がるが、図 6 (c) に示すモータ電圧 V の跳ね上がりより小さくなる。

【0041】

その後、発電機 7 の電圧の低下に伴ってモータ電圧 V が低下していき、時刻 t_2 で $V = V'$ となると、ステップ S 34 の判定によりステップ S 35 に移行して、発電機 7 の電圧指令値 V^* を、第 1 指令値 V' からデューティ比を 1 段階上げたときの第 2 指令値 V'' へ下げ、PWM 波電圧駆動を継続する。

このようにしてデューティ比を 1 段階ずつ上げていき、時刻 t_3 でモータ電圧 V が指令値 V_2 に達すると、PWM 波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換わる。このとき、デューティ比は矩形波電圧駆動のデューティ比となっているので、モータ電圧 V の跳ね上がりは発生しない。

【0042】

このように、上記第 2 の実施形態では、PWM 波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えるとき、モータ電圧を低下させながらデューティ比を徐々に大きくするので、デューティ比を切り換える際のモータ電圧の跳ね上がりを比較的小さく抑えることができ、矩形波電圧駆動への切り換え時における電流の増加に起因するトルク増加によるショックを低減することができる。

【0043】

なお、上記第 2 の実施形態においては、PWM 波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、デューティ比を 3 段階で大きくする場合について説明したが、これに限定されるものではなく、何段階に設定してもよく、さらには、デューティ比を滑らかに大きくするようにしてもよい。デューティ比の切り換えのタイミングが細かいほどトルク変動は小さくすることができる。

【0044】

また、上記第 2 の実施形態においては、PWM 波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、モータ電圧が矩形波電圧駆動での指令値に達した時点で矩形波電圧駆動に切り換える場合について説明したが、これに限定されるものではなく、前述した第 1 の実施形態のように、モータ電圧が所定の電圧閾値に達した時点で矩形波電圧駆動に切り換えるようにしてもよい。

【0045】

さらに、上記第 2 の実施形態においては、PWM 波電圧駆動から矩形波電圧駆動に切り換える際、デューティ比を上げるタイミングに合わせて発電機への電圧指令値を下げる

場合について説明したが、これに限定されるものではなく、発電機への電圧指令値は図 8 の時刻 t_1 で指令値 V_1 から指令値 V_2 に下げ、モータ電圧 V をモニタしてデューティ比を段階的に上げるようにしてもよい。

また、上記第 1、第 2 の実施形態は、主駆動輪を駆動する内燃機関、つまりエンジンで駆動される発電機から電力が供給される場合について説明したが、本発明はこれに限らず、エンジンで駆動輪を駆動しない車両にも適用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図 1】 本発明の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 モータ制御回路のブロック図である。

【図 3】 第 1 の実施形態における制御切換処理を示すフローチャートである。

【図 4】 PWM/矩形波制御マップである。

【図 5】 第 1 の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

【図 6】 本発明の比較例の動作を説明するタイムチャートである。

【図 7】 第 2 の実施形態における制御切換処理を示すフローチャートである。

【図 8】 第 2 の実施形態の動作を説明するタイムチャートである。

【符号の説明】

【0047】

1 L、1 R 前輪

2 エンジン

3 L、3 R 後輪

4 モータ

6 ベルト

7 発電機

8 4WD コントローラ

9 インバータ

10 ジャンクションボックス

11 減速機

12 クラッチ

27 FL、27 FR、27 RL、27 RR 車輪速センサ

101 電流指令演算部

102 電圧指令演算部

103 制御切換部

104 $dq/3$ 相変換部

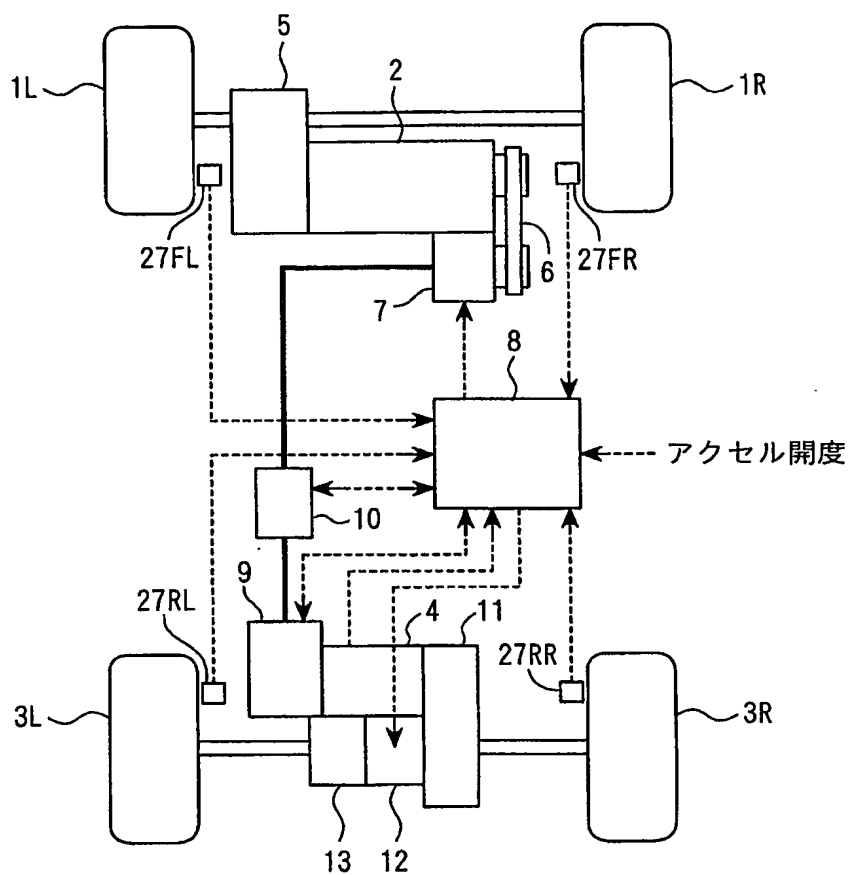
105 PWM 波制御部

106 矩形波制御部

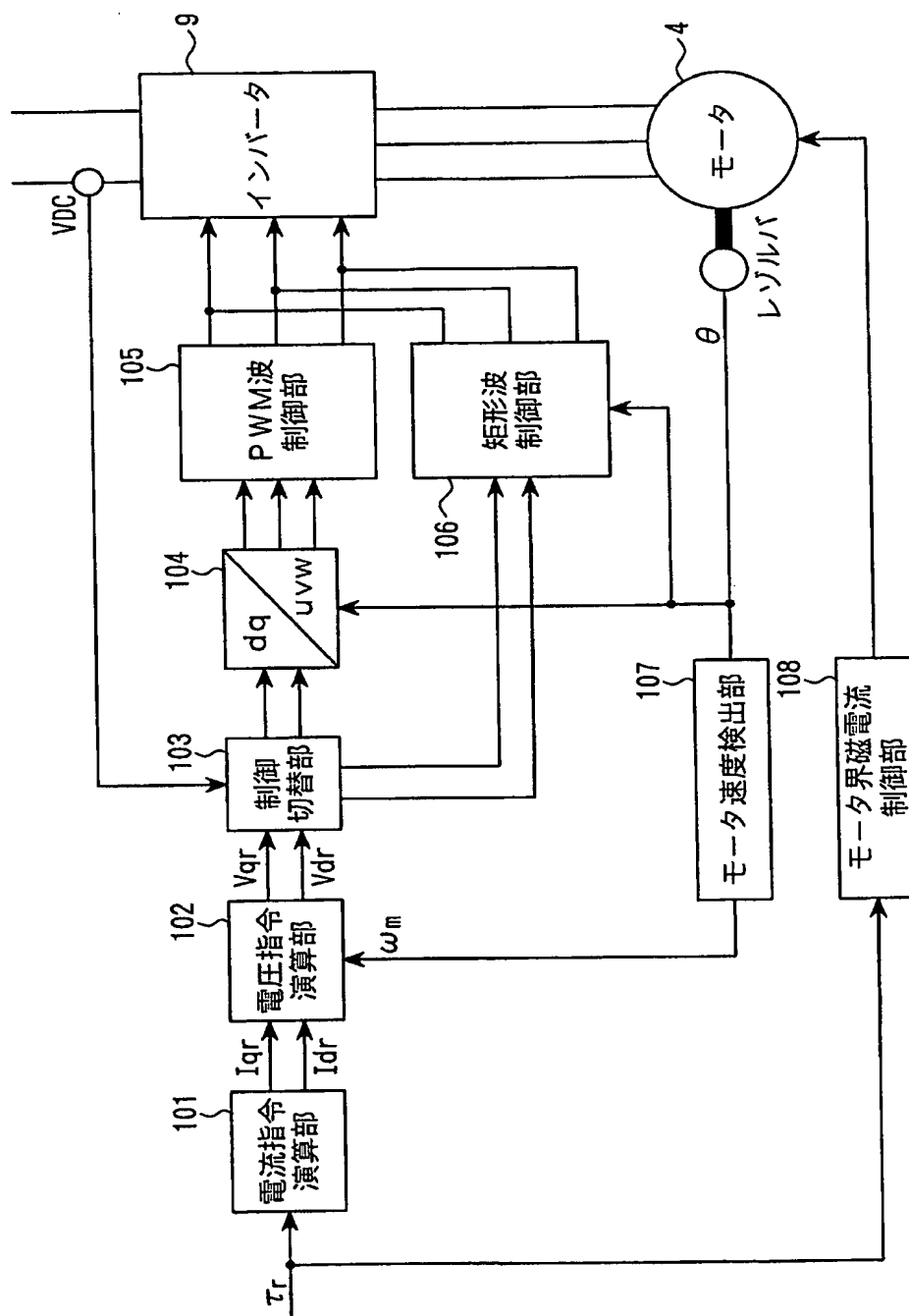
107 モータ速度検出部

108 モータ界磁電流制御部

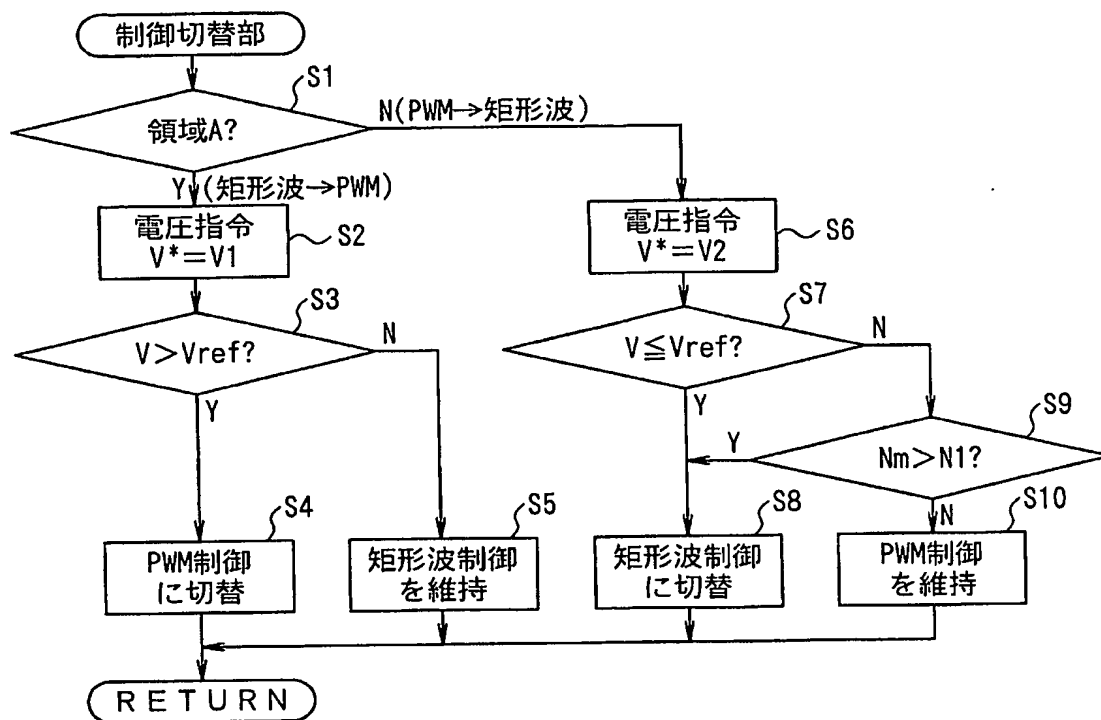
【書類名】 図面
【図 1】



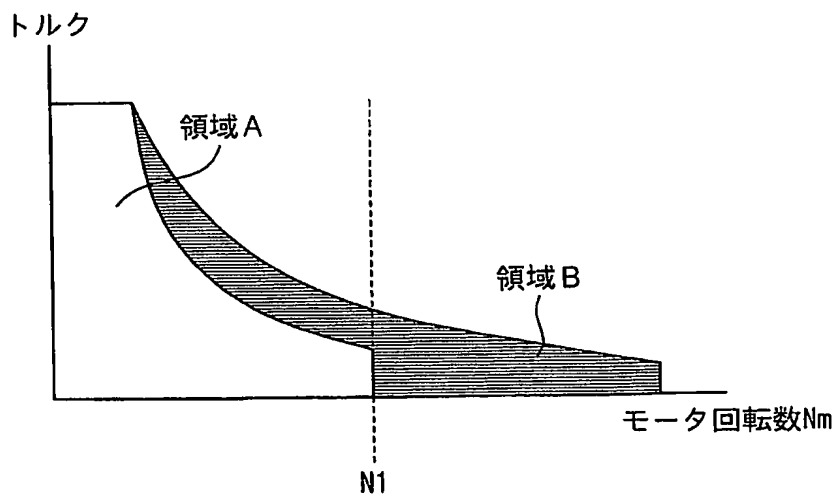
【図 2】



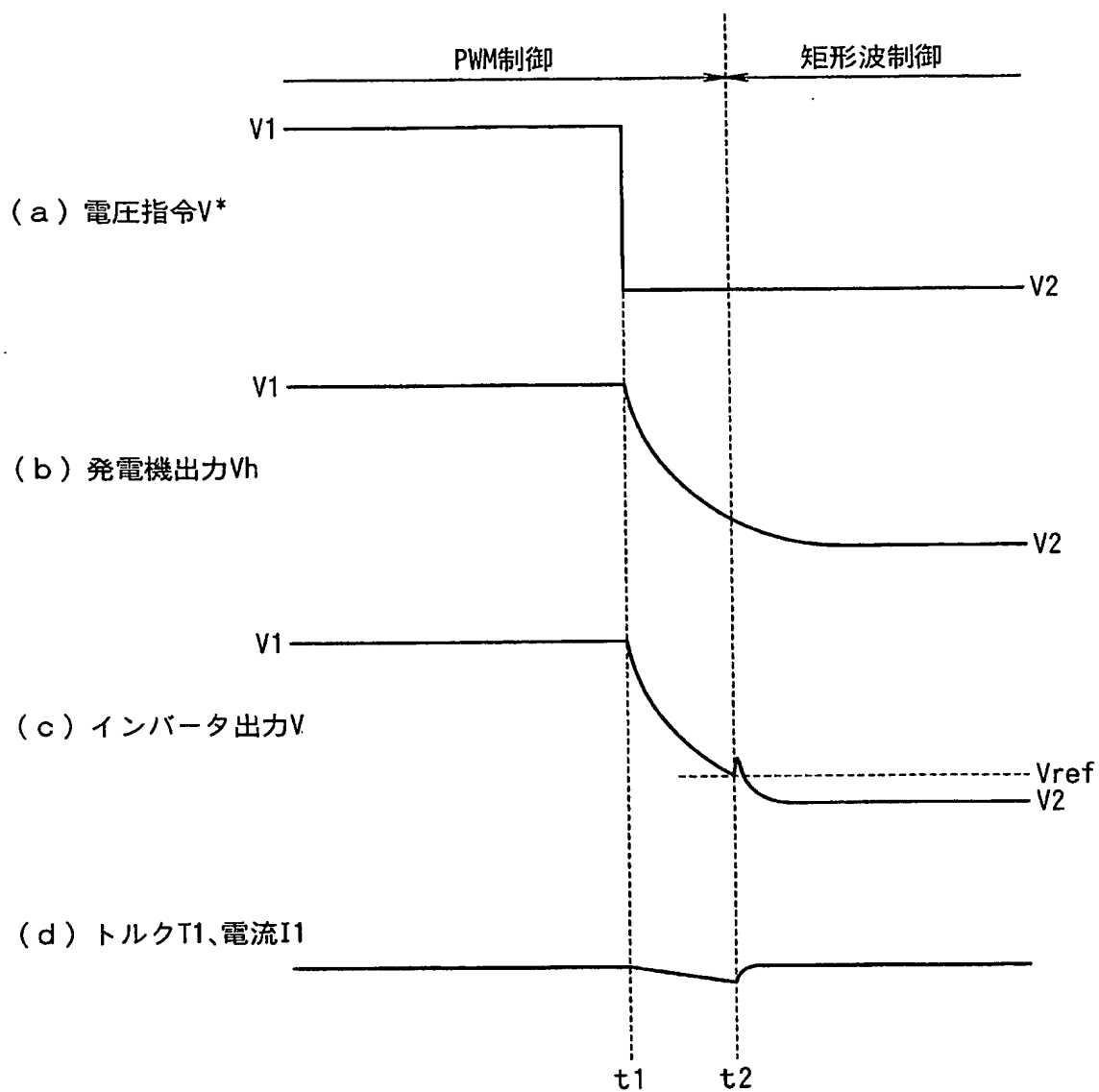
【図 3】



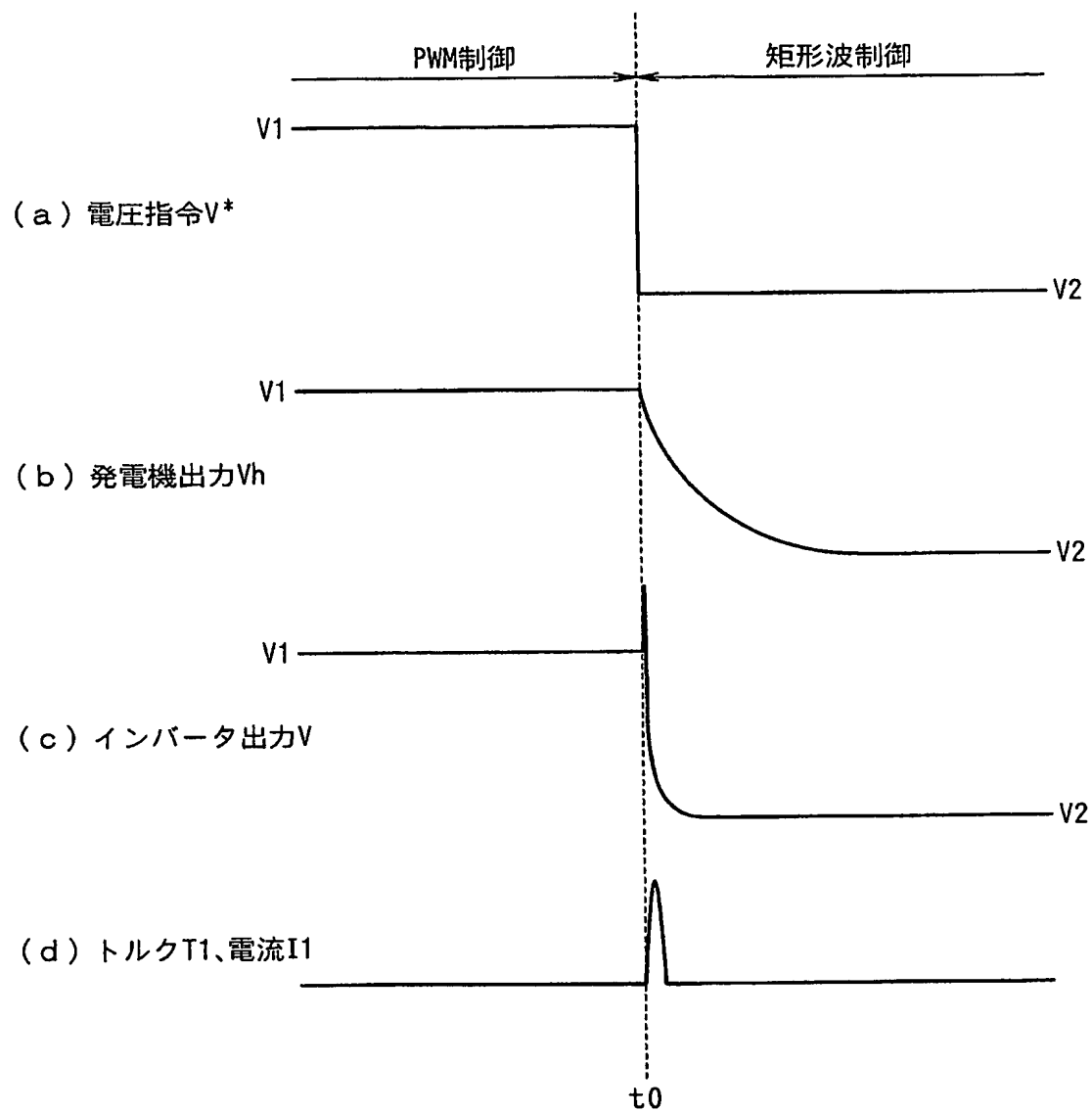
【図 4】



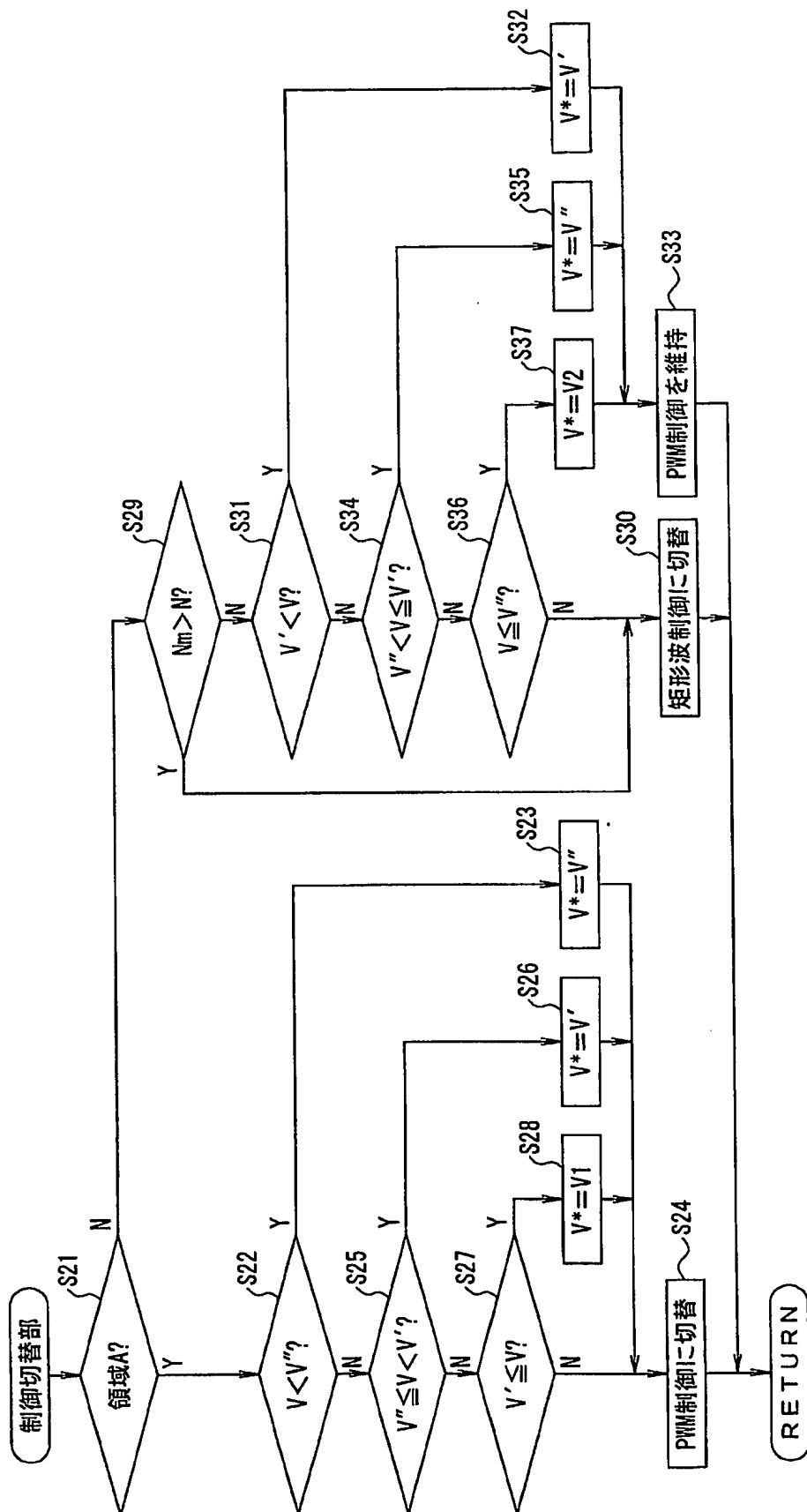
【図 5】



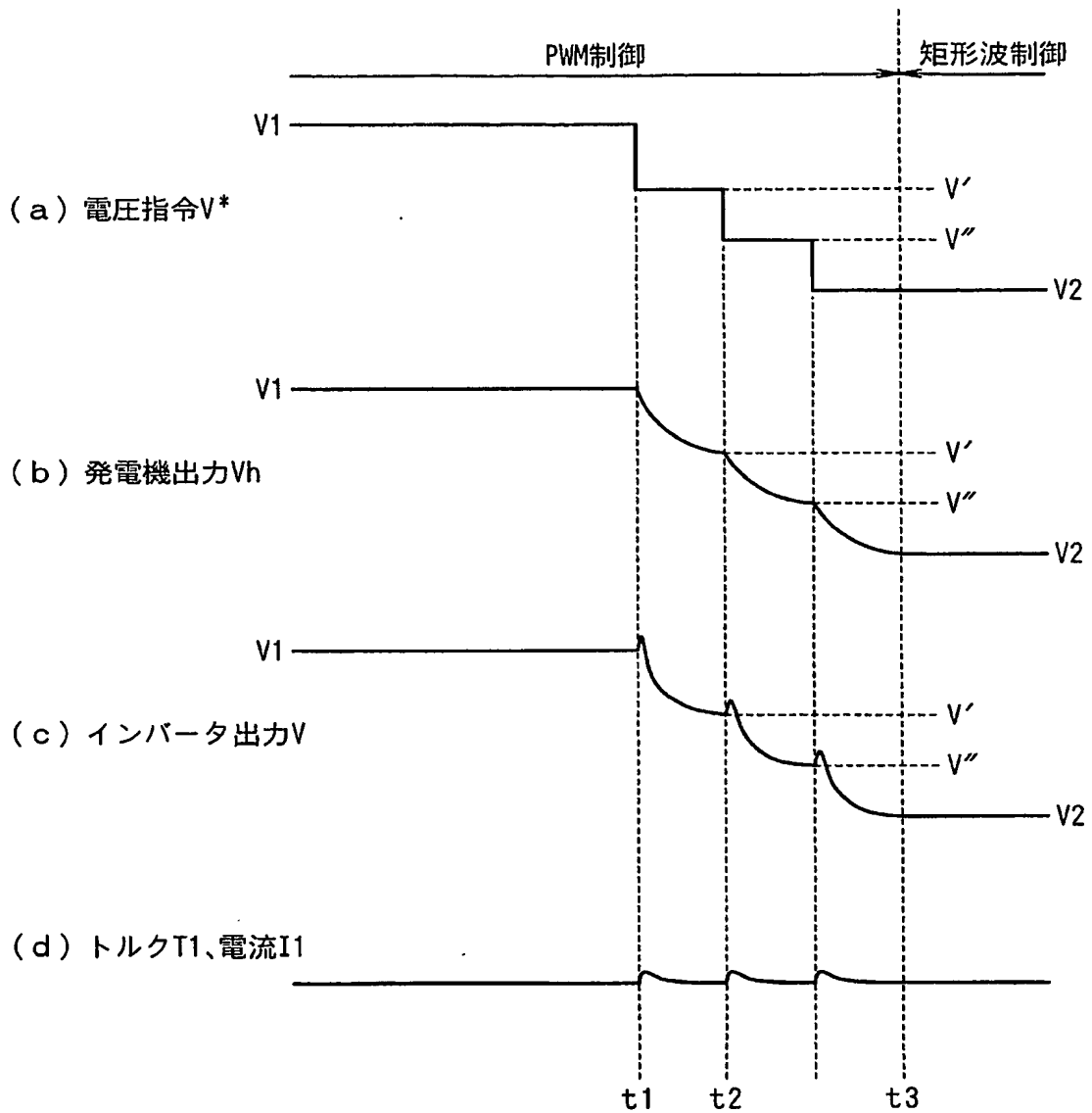
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 P W M波電圧駆動から矩形波電圧駆動への切り換え時に、トルク増加によるショックを低減することができるモータ制御装置を提供する。

【解決手段】 交流モータ 4 の回転数 N_m とトルク指令値 τ_r とに基づいて、P W M波電圧駆動と矩形波電圧駆動との切り換えを判断し、P W M波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換えると判断されたとき、交流モータ 4 の電圧値 V を低下させ、この電圧値 V が所定の電圧閾値 V_{ref} 以下であると判断したとき、P W M波電圧駆動から矩形波電圧駆動へ切り換える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 3 6 2 4 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社